



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA E AGROPECUÁRIA
CURSO DE BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

ESTEVÃO ROCHA DE SOUZA

**VIGOR DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* EM FUNÇÃO DE CONCENTRAÇÕES
E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO EXTRATO DE *Cyperus rotundus***

**LAGOA SECA
2019**

ESTEVÃO ROCHA DE SOUZA

**VIGOR DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* EM FUNÇÃO DE CONCENTRAÇÕES
E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO EXTRATO DE *Cyperus rotundus***

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento de Agroecologia e Agropecuária do Curso de Bacharelado em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

Área de concentração: Fisiologia Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Renner Luciano de Souza Ferraz.

**LAGOA SECA
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S725v Souza, Estevão Rocha de.
Vigor de sementes de *Moringa oleifera* em função de concentrações e tempos de exposição ao extrato de *Cyperus rotundus* [manuscrito] / Estevao Rocha de Souza. - 2019.
23 p.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2019.
"Orientação : Prof. Dr. Rener Luciano de Souza Ferraz , Coordenação do Curso de Agroecologia - CCAA."
1. Crescimento vegetal. 2. Fitormônios. 3. Priming. I. Título
21. ed. CDD 580

ESTEVÃO ROCHA DE SOUZA

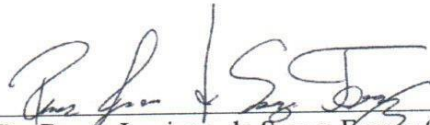
VIGOR DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* EM FUNÇÃO DE
CONCENTRAÇÕES E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO EXTRATO DE
Cyperus rotundus

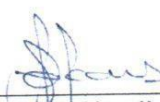
Trabalho de Conclusão de Curso
(Artigo) apresentado ao Departamento
de Agroecologia e Agropecuária do
Curso de Bacharelado em Agroecologia
da Universidade Estadual da Paraíba,
como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Agroecologia.

Área de concentração: Fisiologia
Vegetal.

Aprovada em: 11/12/2019.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Renêr Luciano de Souza Ferráz (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Cláudio Silva Soares
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Profa. Ma. Patrícia da Silva Costa
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Aos meus pais, pela dedicação, incentivo e
companheirismo, DEDICO.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Comprimento inicial da parte aérea de plântulas de *Moringa oleifera* em função de tempos de exposição ao extrato de tiririca. Lagoa Seca, PB, 2019 15
- Figura 2.** Taxa de crescimento relativo da parte aérea de plântulas de *Moringa oleifera* em função de concentrações (A) e tempos de exposição (B) ao extrato de tiririca. Lagoa Seca, PB, 2019 16
- Figura 3.** Comprimento final de raiz de plântulas de *Moringa oleifera* em função do desdobramento de concentrações dentro dos tempos de 8 (A), 16 (B), 24 (C), 32 (D), 40 (E) e 48 (F) horas de exposição ao extrato de tiririca. Lagoa Seca, PB, 2019. 18
- Figura 4.** Comprimento final de raiz de plântulas de *Moringa oleifera* em função do desdobramento dos tempos de exposição dentro das concentrações de 0% (A), 25% (B), 50% (C), 75% (D) e 100% (E) de extrato de tiririca e taxa de crescimento relativo da raiz em função de concentrações deste extrato (F). Lagoa Seca, PB, 2019..... 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo das análises de variância para as variáveis de crescimento inicial de plântulas de <i>Moringa oleifera</i> em função de concentrações e tempos de exposição ao extrato de tiririca. Lagoa Seca, PB, 2019.....	14
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 METODOLOGIA	08
2.1 Localização da pesquisa.....	08
2.2 Delineamento experimental.....	09
2.3 Obtenção de sementes.....	09
2.4 Obtenção do extrato de tiririca	09
2.5 Aplicação do <i>seed priming</i>	09
2.6 Semeadura e manejo de irrigação	10
2.7 Avaliação do vigor de plântulas	10
2.8 Análise estatística	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	11
4 CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS.....	18

VIGOR DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* EM FUNÇÃO DE CONCENTRAÇÕES E TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO EXTRATO DE *Cyperus rotundus*

Moringa oleifera SEED STRENGTH DUE TO CONCENTRATIONS AND EXPOSURE EXPOSURE TIMES OF *Cyperus rotundus*

Estevão Rocha De Souza*

RESUMO

A atual conjuntura de mudanças climáticas remonta o paradoxo de insegurança alimentar, evidenciando a necessidade de estratégias para produção sustentável de alimentos. Este cenário evidencia a cultura da *Moringa oleifera* como estratégia para produção de alimentos, bioenergia e uso eficiente da água. Neste sentido, objetivou-se avaliar o vigor de sementes de *Moringa oleifera* em função de concentrações e tempos de exposição ao extrato de *Cyperus rotundus*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x6 com os fatores constituídos de cinco concentrações de extrato aquoso (EAT) de tubérculos de tiririca (0, 25, 50, 75 e 100% de EAT) e seis tempos de exposição (8, 16, 24, 32, 40 e 48 horas) ao extrato, com três repetições de 24 sementes de *M. oleifera*. Foram realizadas as avaliações de crescimento expressas a partir do crescimento inicial e final da parte aérea e da raiz, e a taxa de crescimento relativo da parte aérea e da raiz. Maior vigor de sementes de *Moringa oleifera* foi obtida com aplicação do *seed priming* utilizando-se da concentração de 50% do extrato aquoso de tubérculos de *Cyperus rotundus* durante 8 horas de exposição.

Palavras-chave: Crescimento vegetal. Fitormônios. *Priming*.

ABSTRACT

The current climate change climate goes back to the food insecurity paradox, highlighting the need for strategies for sustainable food production. This scenario highlights the culture of *Moringa oleifera* as a strategy for food production, bioenergy and efficient use of water. In this sense, the objective was to evaluate the vigor of *Moringa oleifera* seeds as a function of concentrations and times of exposure to *Cyperus rotundus* extract. The experimental design was completely randomized, in a 5x6 factorial scheme with the factors consisting of five concentrations of aqueous extract of nutsedge tubers (0, 25, 50, 75 and 100% of EAT) and six exposure times (8, 16, 24, 32, 40 and 48 hours) to the extract, with three replications of 24 *M. oleifera* seeds. Growth evaluations expressed from initial and final shoot and root growth, and relative shoot and root growth rate were performed. Higher *Moringa oleifera* seed vigor was obtained by applying seed priming using a 50% concentration of the aqueous extract of *Cyperus rotundus* tubers during 8 hours of exposure.

Keywords: Plant growth. Phytohormones. *Priming*.

*Aluno do Curso de Bacharelado em Agroecologia na Universidade Estadual da Paraíba – Campus II.
E-mail: estevaoers22e@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

A atual conjuntura de mudanças climáticas remonta o paradoxo de insegurança alimentar, evidenciando a necessidade de estratégias para produção sustentável de alimentos. A necessidade crescente de produção de alimentos representa desafio para o setor agrícola mundial e isso se deve à perspectiva de insegurança alimentar e possibilidade de escassez de alimentos para 9 bilhões de pessoas até 2050. Maior oferta de alimentos pode ser obtida a partir da expansão de áreas agrícolas e de tecnologias para aumento de produtividade. Contudo, a exploração agrícola ocasiona degradação dos agroecossistemas, havendo a necessidade de estudos com culturas potencialmente adaptadas às variações edafoclimáticas (BARÃO et al., 2019).

Este cenário evidencia a cultura da moringa (*Moringa oleifera* Lamarck) como estratégia para produção de alimentos, bioenergia e uso eficiente da água. A espécie pertence à família Moringaceae, foi originada do Nordeste da Índia e ficou amplamente distribuída em seu país de origem e em outros continentes. Embora pouco conhecida no Brasil, sabe-se que *M. oleifera* cresce em clima tropical, pois é tolerante à seca e a solos pobres, o que a torna potencial para cultivo no semiárido brasileiro (KARTHICKEYAN, 2019).

A seca é um grande estresse abiótico que limita o desempenho vegetal (TAHA et al., 2019), diante disso, a utilização de reguladores do crescimento vegetal, como as auxinas, ativam enzimas que agem sobre constituintes das ligações entre as microfibrilas de celulose da parede celular, causando a ruptura e o aumento da plasticidade, facilitando a entrada de água nas células e aumentando suas dimensões, além de promover a germinação e o crescimento de raízes (MIHALJEVIĆ et al., 2020).

De acordo com Cavalcante et al. (2018), o extrato aquoso de tubérculos de tiririca (*Cyperus rotundus*) apresenta grande nível do fitorregulador ácido-3-indolbutírico (AIB), resultando na efetiva promoção de germinação de sementes. No entanto, Martins et al. (2019) e Meira et al. (2019a), em trabalhos com *seed priming* em *Moringa oleifera* utilizando extrato de tiririca durante 24 horas de exposição, constataram que os fitoquímicos não influenciaram a germinação de sementes e emergência das plântulas. Neste sentido, é possível que o tempo de exposição a estes fitoquímicos utilizados por estes pesquisadores seja insuficiente ou excessivo, de modo que estudos são necessários em função dos tempos de exposição das sementes às diferentes concentrações do extrato. Assim, objetivou-se avaliar o vigor de sementes de *Moringa oleifera* em função de concentrações e tempos de exposição ao extrato de tiririca.

2 METODOLOGIA

2.1 Localização da pesquisa

A pesquisa foi realizada entre os meses de abril e julho de 2019, em cooperação interinstitucional entre Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e o Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

O CCAA da UEPB está localizado no município de Lagoa Seca, PB, nas coordenadas de Latitude 7° 09' S, Longitude 35° 52' W e altitude de 634 m (SOUZA et al., 2019). O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' (tropical úmido), com temperatura média anual de 22 °C, sendo a mínima de 18 e máxima de 33 °C, precipitação pluviométrica de 800 mm e umidade relativa do ar de 80% (SILVA et al., 2020).

O CTRN da UFCG está localizado no município de Campina Grande, PB, nas coordenadas geográficas de latitude 7° 13' 11" S e longitude 35° 53' 31" W. A cidade está situada a uma altitude de 550 metros com clima equatorial semiárido e temperatura média de 25 °C com umidade relativa do ar variando entre 72 e 91% (SILVA et al., 2019).

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x6 com os fatores constituídos de cinco concentrações de extrato aquoso (EAT) de tubérculos de tiririca (0, 25, 50, 75 e 100% de EAT) e seis tempos de exposição (8, 16, 24, 32, 40 e 48 horas) ao extrato, com três repetições de 16 sementes de *M. oleifera* (PEREIRA et al., 2015).

2.3 Obtenção de sementes

Sementes de *M. oleifera* foram obtidas de plantas matrizes de três anos cultivadas em solo Franco Arenoso, no campo experimental do Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA) da UEPB (PINTO, 2018). O Centro está localizado no município de Catolé do Rocha, PB, nas coordenadas de 6° 21' de latitude S e 37° 48' de longitude O, em altitude de 250 m, com precipitação pluviométrica média anual de 870 mm e temperatura média de 27 °C (FERRAZ et al., 2012). As sementes foram armazenadas em temperatura ambiente (± 25 °C) durante cinco meses até a instalação do experimento.

2.4 Obtenção do extrato de tiririca

Tubérculos de *C. rotundus* foram obtidos no Campo Experimental do CCAA/UEPB em uma área com infestação severa. Para obtenção do extrato aquoso, os tubérculos frescos foram isolados, lavados com água e detergente neutro, secos em papel toalha e pesados. Foram utilizados 10,0 g de tubérculos, os quais foram triturados em liquidificador com 200 ml de água destilada, mantidos em temperatura ambiente e abrigados da luz durante 24 horas. Posteriormente, o material triturado foi filtrado para obtenção de uma solução estoque com 100% do extrato (SIMÕES et al., 2003).

As concentrações correspondentes a cada tratamento foram obtidas por diluição da solução estoque em água destilada. Para o tratamento controle (EAT₀ = 0%) foi utilizada água destilada, para EAT₂₅ = 25% a diluição foi com 75% de água destilada + 25% de solução estoque, para EAT₅₀ = 50% a diluição foi com 50% água destilada + 50% de solução estoque, para EAT₇₅ = 75% a diluição foi com 25% de água destilada e 75% de solução estoque, enquanto que para EAT₁₀₀ = 100% foi utilizada a solução estoque sem diluição (REZENDE; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2013; SCARIOT et al., 2017).

2.5 Aplicação do seed priming

A aplicação do pré-tratamento de sementes (*seed priming*) foi realizada no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEG) do CTRN/UFCG. Inicialmente, as sementes passaram pelo processo de assepsia com hipoclorito de sódio a 1%, por 3 min (CARVALHO & CARVALHO, 2009). As sementes foram alocadas em bandejas de polietileno com dimensões de 30 cm x 20 cm x 5 cm de comprimento, largura e altura, respectivamente.

Em cada bandeja, o substrato foi constituído de duas camadas de folha de papel ‘germitest’ umedecidas com as soluções correspondentes a cada tratamento, em volume correspondente a aproximadamente 2,5 vezes a sua massa seca (FERREIRA et al., 2017). As bandejas contendo as sementes foram acondicionadas em câmara germinadora tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), regulada na temperatura de 25 °C. Concluídos os tempos de aplicação do *seed priming*, as bandejas foram expostas ao sol para secagem das sementes durante 24 horas. As sementes foram armazenadas em temperatura ambiente durante 15 dias.

2.6 Semeadura e manejo de irrigação

As sementes utilizadas no *seed priming* foram semeadas na profundidade aproximada de 0,02 m em bandejas de polietileno, preenchidas com 4,0 kg de substrato arenoso autoclavado, com umidade mantida entre 90 e 100% da capacidade de campo (CC). As bandejas foram alocadas em ambiente telado com redução de 15% da luminosidade no CCAA/UEPB. O manejo da irrigação foi realizado diariamente pelo método de pesagens, em que foi reposta a água evapotranspirada no dia que antecedeu cada evento de irrigação (SILVA et al., 2020).

Para tanto, foi obtida a massa das bandejas de polietileno com dimensões de 30 cm x 20 cm x 5 cm de comprimento, largura e altura, respectivamente, preenchidas com substrato seco (MSS, em kg). Posteriormente, o substrato foi saturado com água de abastecimento local com volume inicial (VAI, em L) correspondente a 75% (v/m) da massa do substrato e as bandejas acondicionadas em bandejas de polietileno com maiores dimensões (40 cm x 30 cm x 5 cm de comprimento, largura e altura, respectivamente), sendo o sistema coberto com plástico preto e abrigado da luz para evitar perda de água por evaporação. Transcorridas 24 horas, o volume de água drenado (VAD, em L) para a bandeja maior foi coletado e quantificado. Em seguida, foi obtida a massa das bandejas com o solo na capacidade de campo (MSC, kg).

A partir dos dados obtidos, foi calculado o volume de água no substrato em capacidade de campo (VAC, em L), dado pela expressão $VAC = VAI - VAD$. Diariamente, foi realizada a pesagem das bandejas, de modo a se obter a massa do substrato após evapotranspiração (MSET, em kg). A massa de água evapotranspirada (MAET, em kg) foi calculada pela diferença $MAET = MSC - MSET$. Posteriormente, o volume de água requerido (VAR, em L) para reposição do solo à condição de capacidade de campo foi calculado utilizando-se da expressão $VAR = (VAC * MAET) / MSC$.

Para reposição do volume de água requerida, utilizou-se de proveta graduada em mililitros (mL) com capacidade volumétrica para 300 mL. As pesagens foram realizadas no período matutino. Para as pesagens, utilizou-se de balança digital portátil, modelo 123 Util, com precisão de 0,00 g, alimentada com pilhas do tipo AAA.

2.7 Avaliação do vigor de plântulas

Transcorridos 17 dias após a semeadura (DAS), foram selecionadas duas plântulas uniformes por parcela, as quais foram removidas do substrato, transportadas para o Laboratório de Fitopatologia do CCAA/UEPB e seccionadas em raiz e parte aérea (caule e folhas), seguindo-se de medições para determinação do comprimento médio inicial da parte aérea (CIA) e comprimento médio inicial da raiz (CIR), os quais foram aferidos utilizando-se de régua graduada em mm. Aos 32 DAS, dentre as plântulas remanescentes, foram selecionadas duas por parcela, nas quais foram realizadas medições para determinação do comprimento médio final da parte aérea (CFA) e comprimento médio final da raiz (CFR) (FERRAZ et al., 2017).

Foi realizada a determinação da taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRA) e da raiz (TCRR) por meio da relação: $R = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$, em que: R = taxa de crescimento relativo; ln = logaritmo neperiano; W_1 = comprimento inicial, aos 17 DAS; W_2 = comprimento final, aos 32 DAS; t_1 = tempo inicial e t_2 = tempo final (ECHER et al., 2010; FERRAZ et al., 2017).

2.8 Análise estatística

Os dados das variáveis de resposta foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965). Atendidos os pressupostos de normalidade, foi realizada análise de variância pelo teste F com 95% de confiança. Para o desdobramento dos graus de liberdade dos fatores foi realizada análise de regressão polinomial. Nos casos em que não houveram ajuste de regressão ou ocorreu significância do desvio de regressão foi aplicado teste de comparações múltiplas de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade de erro (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015). Para realização das análises foi utilizado o *software* Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificou-se que as concentrações de extrato aquoso de tiririca promoveram diferença significativa no comprimento final da raiz (CFR) e na taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRA) e da raiz (TCRR), enquanto que comprimento inicial da parte aérea (CIA), comprimento final da parte aérea (CFA) e crescimento inicial da raiz (CIR) não foram influenciados significativamente pelo extrato. Os tempos de exposição ao extrato de tiririca tiveram efeito significativo no CIA e TCRA, enquanto que nas variáveis, CFA, CIR, CFR e TCRR não foi verificado efeitos dos tempos. Houve interação significativa entre as concentrações de extrato e os tempos de exposição para a variável CFR, enquanto que as demais variáveis não foram influenciadas pela interação entre estes fatores (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das análises de variância para as variáveis de crescimento inicial de plântulas de *Moringa oleifera* em função de concentrações e tempos de exposição ao extrato de tiririca. Lagoa Seca, PB, 2019.

FV	GL	Quadrados Médios					
		CIA	CFA	TCRA	CIR	CFR	TCRR
Concentração (C)	(4)	0,88 ^{ns}	0,90 ^{ns}	7370,26*	1,21 ^{ns}	5,58*	190856,56*
Regressão linear	1	1,78 ^{ns}	1,43 ^{ns}	24060,05**	1,38 ^{ns}	20,14*	566671,72**
Regressão quadrática	1	0,38 ^{ns}	2,03 ^{ns}	1504,89 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,01 ^{ns}	53335,35 ^{ns}
Desvio da regressão	1	0,68 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1958,05 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,09 ^{ns}	71709,59 ^{ns}
Tempo (T)	(5)	4,37**	2,10 ^{ns}	15929,18**	2,26 ^{ns}	1,32 ^{ns}	62117,31 ^{ns}
Regressão linear	1	6,32*	2,07 ^{ns}	55534,22**	0,37 ^{ns}	0,27 ^{ns}	7313,22 ^{ns}

Regressão quadrática	1	3,25 ^{ns}	5,43 [*]	72,53 ^{ns}	4,55 ^{ns}	1,61 ^{ns}	190652,70 ^{ns}
Desvio da regressão	1	4,10 ^{**}	1,00 ^{ns}	8013,04 [*]	2,13 ^{ns}	1,57 ^{ns}	37540,21 ^{ns}
Interação CxT	20	1,42 ^{ns}	1,39 ^{ns}	3818,59 ^{ns}	1,82 ^{ns}	6,37 ^{**}	73489,77 ^{ns}
Erro	60	0,88	1,12	2892,44	1,28	1,77	52678,39
CV (%)		8,79	8,58	56,27	29,62	20,25	61,70

^{**}, ^{*} e ^{ns}: Significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F, FV: Fontes de variação, GL: Grau de liberdade, CIA: comprimento inicial da parte aérea, CFA: comprimento final da parte aérea, TCRA: taxa de crescimento relativo da parte aérea, CIR: comprimento inicial da raiz, CFR: comprimento final da raiz, TCRR: taxa de crescimento relativo da raiz.

Verificou-se que os tempos de exposição das sementes de *M. oleifera* ao extrato de tiririca até 24 horas não promoveram modificações expressivas no comprimento inicial da parte aérea (CIA) das plântulas, sendo registradas médias 11,15 cm, 11,02 cm e 10,97 cm nos tempos de exposição de 8, 16 e 24 horas, respectivamente. Foi registrada ligeira redução no CIA para 10,40 cm após 32 horas e redução expressiva para 9,73 cm após 40 horas. Transcorridas 48 horas de exposição o CIA teve aumento para 10,95 cm, não diferindo dos valores observados nos tempos de 8, 16, 24 e 32 horas (Figura 1).

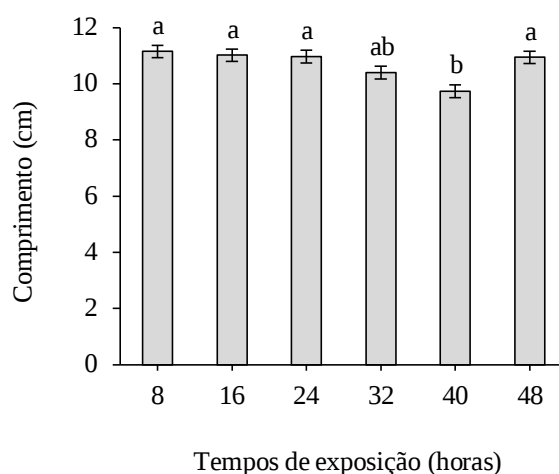


Figura 1. Comprimento inicial da parte aérea de plântulas de *Moringa oleifera* em função de tempos de exposição ao extrato de tiririca. Lagoa Seca, PB, 2019.

A redução observada no comprimento inicial da parte aérea das plântulas de *M. oleifera* após 32 e 40 horas de exposição das sementes ao extrato de tiririca pode estar relacionada ao fato das sementes desta espécie possuírem tamanho elevado, entre 7,14 e 15,03 mm (CARDOSO-GUIMARÃES et al., 2018) e tegumento expressivo, cerca de 34,04% da massa da semente (COUTO et al., 2018). Estas características possivelmente fizeram com que tenha havido necessidade de maior tempo de embebição das sementes para que ocorresse ação dos fitormônios presentes no extrato de tiririca, como o ácido-3-indolbutírico, e esse maior acúmulo destas substâncias pode ter influenciado a qualidade da semente e promovido menor crescimento (CAVALCANTE et al., 2018).

A taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRA) teve redução linear em função do aumento da concentração de extrato de tiririca na solução de umedecimento do substrato durante a aplicação do *seed priming*. Maior TCRA ($118,7 \mu\text{m} \mu\text{m}^{-1} \text{dia}^{-1}$) foi registrada quando as sementes não foram submetidas ao extrato (0%), havendo redução para $72,45 \mu\text{m} \mu\text{m}^{-1} \text{dia}^{-1}$ quando foi aplicada concentração de 100%, o que representou redução percentual de 38,96% na TCRA em função do aumento da concentração (Figura 2A).

A taxa de crescimento relativo da parte aérea teve pequena variação entre os tempos de exposição de 8, 16 e 24, com respectivas médias de $72,31$, $60,02$ e $73,18 \mu\text{m} \mu\text{m}^{-1} \text{dia}^{-1}$, sendo

registrados aumento para 106,44, 145,07 e 116,44 $\mu\text{m } \mu\text{m}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ quando as sementes foram expostas aos extratos durante 32, 40 e 48 horas, respectivamente (Figura 2B).

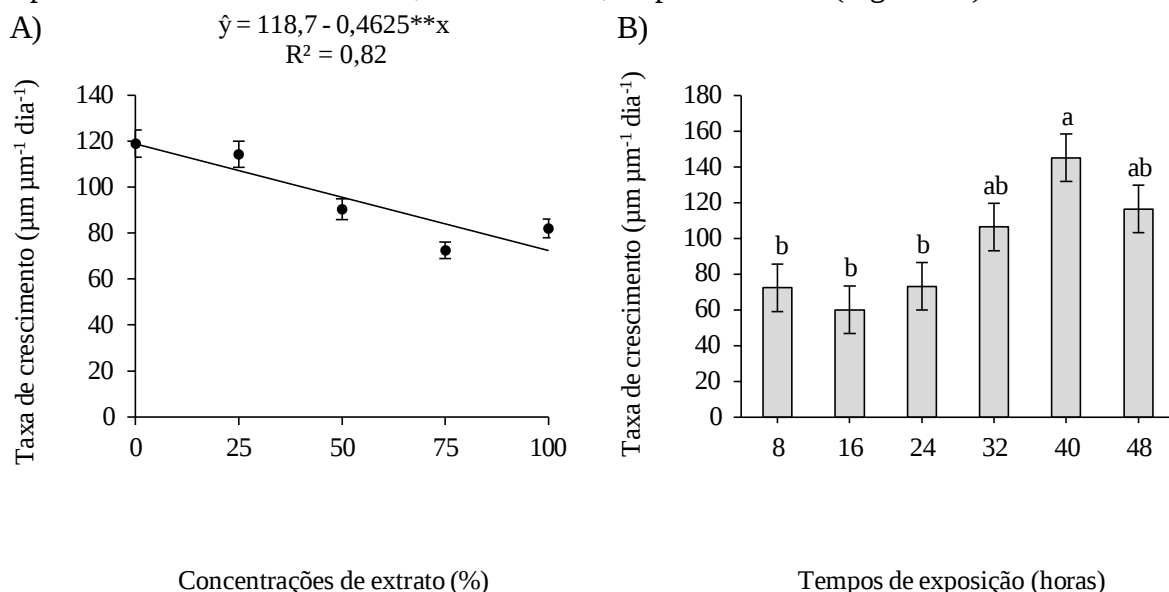


Figura 2. Taxa de crescimento relativo da parte aérea de plântulas de *Moringa oleifera* em função de concentrações (A) e tempos de exposição (B) ao extrato de tiririca. Lagoa Seca, PB, 2019.

Os menores valores de taxa de crescimento relativo da parte aérea indicam menor necessidade de crescimento, uma vez que as plântulas estão maiores nestes tratamentos, o que se deve aos fitormônios contidos no extrato terem induzido o crescimento. De fato, é possível que os hormônios naturais tenham influenciado na qualidade fisiológica das sementes e isso tenha influenciado o crescimento das plântulas, pois, auxina presente no extrato é o principal hormônio promotor da iniciação e crescimento das plântulas, enquanto que a citocinina estimula a atividade de divisão celular e o brotamento (LIMA & GONÇALVES, 2018).

A partir do desdobramento do efeito de interação das concentrações dentro de cada tempo de exposição ao extrato de tubérculos de tiririca, verificou-se que; transcorridas 8 horas de aplicação do extrato, a concentração de 50% promoveu maior (8,58 cm) crescimento final da raiz (CFR), sendo registrados valores intermediários de 6,08, 6,17 e 7,58 cm de comprimento radicular quando as concentrações de 25, 75 e 100% foram aplicadas, enquanto que as sementes que não foram submetidas ao extrato geraram plântulas com menor (5,25 cm) CFR (Figura 3A).

Quando as sementes foram expostas ao extrato durante 16 horas, verificou-se que o aumento das concentrações promoveram redução no CFR, de modo que maior comprimento radicular (8,75 cm) foi registrado em plântulas geradas de sementes que não tiveram contato com o extrato (0%), havendo expressiva redução de 52,07% quando as sementes foram tratadas com 100% do extrato, onde foi registrada média de comprimento de 4,56 cm (Figura 3B).

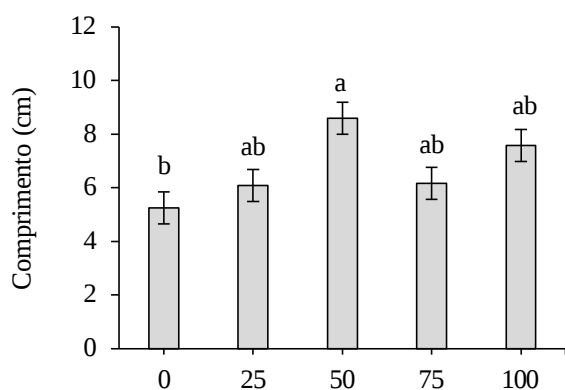
Quando o *seed priming* foi aplicado durante 24 horas, maior comprimento radicular (8,75 cm) foi observado em plântulas geradas a partir de sementes tratadas com 25% de extrato aquoso de tubérculos de tiririca, sendo registrados valores intermediários (6,50 cm) em plântulas geradas a partir de sementes não tratadas (0%) e em plântulas geradas de sementes submetidas às concentrações 75 e 100% onde foram registrados comprimentos de 7,58 e 5,75 cm, enquanto que sementes tratadas com 50% do extrato produziram plântulas com menor (5,42 cm) comprimento final da raiz (Figura 3C).

Sementes expostas ao extrato de tiririca durante 32 horas não exerceram influência significativa no CFR em função das concentrações testadas (Figura 3D). Por outro lado, após 40 horas de aplicação do *seed priming*, as sementes não tratadas produziram plântulas com maior CFR (8,21 cm), havendo redução para 5,23 cm com concentração estimada de 57,61%

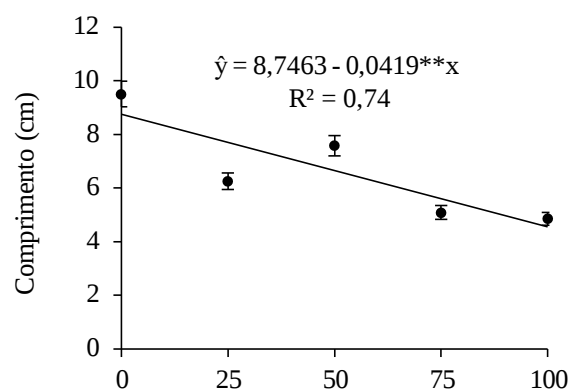
de extrato, seguida de aumento para 6,24 cm quando a concentração de 100% de extrato de tiririca foi aplicada (Figura 3E).

Quando as sementes de *M. oleifera* foram submetidas ao *seed priming* com extrato de tubérculos de tiririca durante 48 horas, foi constatado maior comprimento de raiz (9,25 cm) em plântulas geradas de sementes submetidas à concentração de 25% de extrato, com valores intermediários de 7,42 em plântulas de sementes não tratadas e 6,42 cm nas plântulas advindas de sementes tratadas com 50% de extrato, enquanto que nas concentrações de 75 e 100% do extrato foram encontrados os menores valores de 4,82 e 5,83 cm, respectivamente (Figura 3F).

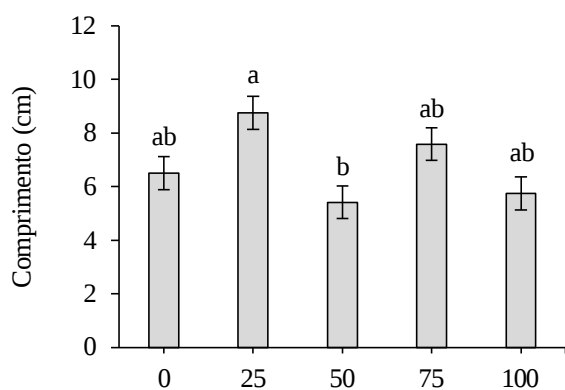
A) 8 horas de exposição



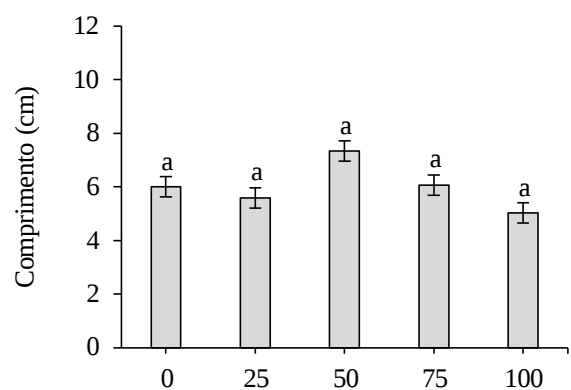
B) 16 horas de exposição



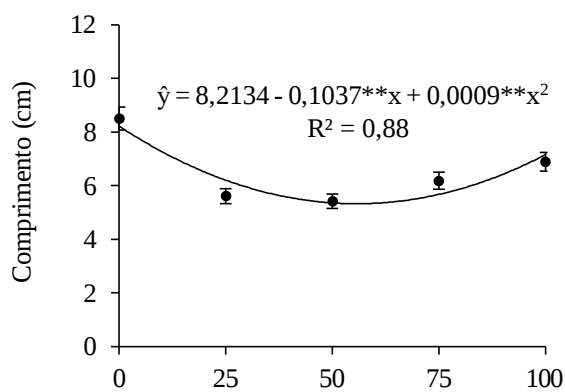
C) 24 horas de exposição



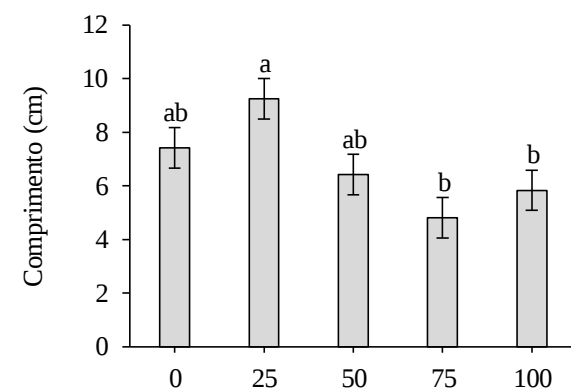
D) 32 horas de exposição



E) 40 horas de exposição



F) 48 horas de exposição



Concentrações de extrato (%)

Concentrações de extrato (%)

Figura 3. Comprimento final de raiz de plântulas de *Moringa oleifera* em função do desdobramento de concentrações dentro dos tempos de 8 (A), 16 (B), 24 (C), 32 (D), 40 (E) e 48 (F) horas de exposição ao extrato de tiririca. Lagoa Seca, PB, 2019.

Desdobrando-se o efeito de interação dos tempos de exposição dentro de cada concentração do extrato aquoso de tubérculos de tiririca, verificou-se que, mesmo as sementes

que não foram tratadas com o extrato (0%) produziram plântulas que apresentaram diferenças no comprimento radicular final em função do tempo de permanência das sementes em substrato umedecido somente com água. Nos tempos de 16 e 40 horas foram registrados maiores CFR, com médias de 9,50 e 9,50 cm, respectivamente, havendo ligeira redução para 6,50 e 7,42 cm nos tempos de 24 e 48 horas, enquanto que nos tempos de 8 e 32 foram encontradas médias de 5,25 e 6 cm (Figura 4A).

Aplicando-se a concentração de 25% do extrato, maior valores de CFR, 9,25 cm, foi registrado no tempo de exposição de 48 horas, sendo que nos tempos de 8, 16 e 24 horas os comprimentos finais da raiz tiveram as respectivas médias intermediárias de 6,08, 6,25 e 8,75 cm, enquanto que menores valores de CFR foram encontrados em plântulas geradas a partir de sementes que ficaram expostas por 32 e 40 horas ao extrato onde foram calculadas as médias de 5,58 e 5,61 cm (Figura 4B).

Quando as sementes foram tratadas com a concentração de 50% de extrato, o aumento do tempo de exposição à solução de umedecimento do substrato durante o *seed priming* promoveu redução do CFR, sendo maior comprimento (8,33 cm) registrado após 8 horas, havendo redução para 5,69 cm quando o tratamento durou 48 horas, o que representou diferença percentual de 31,69% (Figura 4C). Quando as sementes foram tratadas com 75 e 100% de extrato aquoso de tubérculos de tiririca, os tempos de exposição não influenciaram o comprimento final das raízes das plântulas geradas a partir destas sementes (Figuras 4D e E).

Independentemente do tempo de exposição ao extrato aquoso de tubérculos de tiririca, maior taxa de crescimento relativo da raiz (TCRR), em média de $484,2 \mu\text{m} \mu\text{m}^{-1} \text{dia}^{-1}$, foi registrado em plântulas geradas de sementes que não foram submetidas ao tratamento com as concentrações de extrato (0%), sendo, portanto, submetidas ao *seed priming* somente com água destilada. O aumento da concentração de extrato nas soluções de hidratação das sementes provocou redução de 99,54% na TCRR, sendo o menor valor ($259,76 \mu\text{m} \mu\text{m}^{-1} \text{dia}^{-1}$) registrado em plântulas obtidas de sementes que foram embebidas em 100% de extrato (Figura 4F).

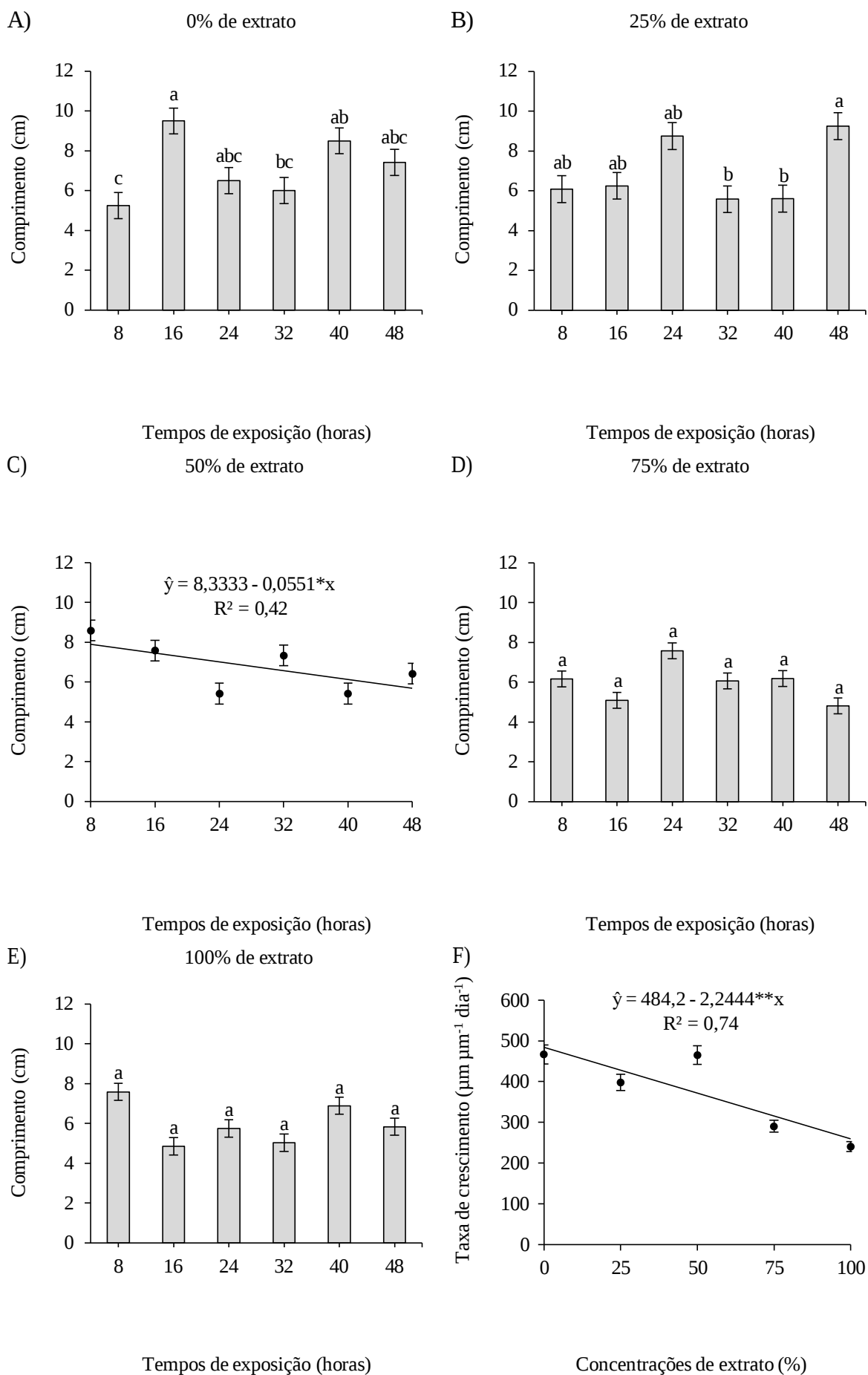


Figura 4. Comprimento final de raiz de plântulas de *Moringa oleifera* em função do desdobramento dos tempos de exposição dentro das concentrações de 0% (A), 25% (B), 50%

(C), 75% (D) e 100% (E) de extrato de tiririca e taxa de crescimento relativo da raiz em função de concentrações deste extrato (F). Lagoa Seca, PB, 2019.

As modificações observadas no comprimento final da raiz e em sua taxa de crescimento relativo refletem o efeito da constituição química do extrato aquoso de tubérculos de tiririca, sobretudo dos hormônios naturais, bem como o tempo necessário para ação destes fitormônios. De fato, a rizogênese pode ser induzida por hormônios vegetais, como as auxinas, o que resulta no desenvolvimento de raízes adventícias e, sobretudo, no aumento da porcentagem de enraizamento (BALDOTTO & BALDOTTO, 2014; STUEPP et al., 2015).

Os fitormônios supracitados podem ter atuado na divisão e diferenciação celular, além de ter regulado os tropismos, a dominância apical, a iniciação da raiz e a diferenciação do tecido vascular das raízes das plântulas (THIESEN et al., 2019). Estes pesquisadores reportam que o uso de substâncias sintéticas reguladoras do crescimento vegetal para indução de rizogênese traz riscos ambientais e para a saúde de quem os manipula e ressaltam a importância de uso de extrato de tiririca.

Em estudos realizados por Meira et al. (2019a, b), os pesquisadores não recomendaram a aplicação de extrato aquoso de tubérculo de tiririca para indução de rizogênese em *M. oleifera*. Martins et al. (2019), em trabalhos com *seed priming* de sementes em *M. oleifera* utilizando extrato de tiririca durante 24 horas de exposição, constataram que os fitoquímicos não influenciaram a germinação de sementes e emergência das plântulas. Nestes trabalhos, acredita-se que a ausência de efeito se deva ao fato de que os pesquisadores haviam submetido as sementes ao *seed priming* com as concentrações de extrato somente durante 24 horas, o que, de fato, foi constatado nos resultados desta pesquisa.

4 CONCLUSÃO

Maior vigor de sementes de *Moringa oleifera* foi obtida com aplicação do *seed priming* utilizando-se da concentração de 50% do extrato aquoso de tubérculos de *Cyperus rotundus* durante 8 horas de exposição.

REFERÊNCIAS

- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A. **Adventitious rooting on the Brazilian redcloak and sanchezia after application of indole-butyric and humic acids.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 4, p. 434-439, 2014.
- BARÃO, L.; ALAUI, A.; FERREIRA, C.; BASCH, G.; SCHWILCH, G.; GEISSEN, V.; SUKKEL, W.; LEMESLE, J.; GARCIA-ORENES, F.; MORUGÁN-CORONADO, A.; MATAIX-SOLERA, J.; KOSMAS, C.; GLAVAN, M.; PINTAR, M.; TÓTH, B.; HERMANN, T.; VIZITIU, O. P.; LIPIEC, J.; EINTAM, E.; XU, M.; DI, J.; FAN, H.; WANG, F. **Assessment of promising agricultural management practices.** *Science of The Total Environment*, Amsterdã, v. 649, p. 610-619, 2019.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos.** Funep, 2015.

CARDOSO-GUIMARAES, C. A. F.; BRANDAO, G. H.; COUTO, B. M. M.; COSTA, P. S.; FERRAZ, R. L. S.; MARTINS, V. D.; SILVA, L. P. **Caracterização morfométrica de sementes comerciais de *Moringa oleifera* para cultivo agroecológico.** ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA, 7.; 2018, Salvador. Anais [...]. Salvador, 2018. 1-6p.

CARVALHO, D. B.; CARVALHO, R. I. N. **Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz.** Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 31, n. 3, p. 489-494, 2009.

CAVALCANTE, J. A.; LOPES, K. P.; PEREIRA, N. A. E.; SILVA, J. G.; PINHEIRO, R. M.; MARQUES, R. L. L. **Extrato aquoso de bulbos de tiririca sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas de rabanete.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 13, n. 1, p. 39-44, 2018.

COUTO, B. M. M.; OLIVEIRA, H. M. B.; FERRAZ, R. L. S.; COSTA, P. S.; MARTINS, V. D.; CARDOSO-GUIMARAES, C. A. F.; SILVA, H. G. **Rendimento de amêndoas e cascas de sementes comerciais de *Moringa oleifera* para cultivo agroecológico.** ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA, 7.; 2018, Salvador. Anais [...]. Salvador, 2018. 1-6p.

ECHER, F. R.; CUSTÓDIO, C. C.; HOSSOME, S. C.; DOMINATO, J. C.; MACHADO NETO, N. B. **Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão.** Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 638-645, 2010.

FERRAZ, R. L. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; FERREIRA, R. S.; FERNANDES, P. D. **Desenvolvimento e produção de ecótipos de feijoeiro cultivados na época das águas, sob irrigação suplementar.** Bioscience Journal, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 920-928, 2012.

FERRAZ, R. L. S.; BARBOSA, M. A.; MAGALHÃES, I. D.; MELO, A. S.; ROCHA, M. S.; COSTA, P. S. **Atributos qualitativos de sementes de algodoeiro hidrocondicionadas em soluções de silício.** Científica, Jaboticabal, v. 45, n. 1, p. 85-94, 2017.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, D. T. R. G.; SILVA, V. M.; SILVA, L. C.; ARAUJO NETO, J. C.; SOUZA, R. C.; FERREIRA, V. M. **Germinação de três *Euphorbiaceae* influenciada pela luz e níveis de palhada.** Revista Agro@mbiente On-line, Monte Cristo, v. 11, n. 3, p. 215-222, 2017.

KARTHICKEYAN, V. **Effect of cetane enhancer on *Moringa oleifera* biodiesel in a thermal coated direct injection diesel engine.** Fuel, Londres, v. 235, p. 538-550, 2019.

LIMA, A. S. F.; GONÇALVES, A. N. **Teores de ferro e zinco em explantes de *Corymbia citriodora*.** Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 46-52, 2018.

MARTINS, V. D.; BRANDÃO, G. H.; LUNA, C. L. A.; COSTA, P. S.; LIRA, K.

C.; FERRAZ, R. L. S. **Pré-tratamento com luz e fitoquímicos na germinação de sementes e emergência de plântulas de *Moringa oleifera* Lam.** CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 11.; 2019, Sergipe. **Anais [...]**. Sergipe: Universidade Federal de Sergipe, 2019.

MEIRA, K. S.; SILVA, A. E.; AVELON, J. P.; COSTA, P. S.; FERRAZ, R. L. S.; SILVA FILHO, A. M. **Morfometria radicular de *Moringa oleifera* em função do pré-tratamento de sementes com luz e extrato de tiririca.** CONGRESSO PARAIBANO DE AGROECOLOGIA, 2.; 2019, Lagoa Seca. **Anais [...]**. Lagoa Seca: Universidade Estadual da Paraíba, 2019.a

MEIRA, K. S.; SILVA, A. E.; AVELON, J. P.; COSTA, P. S.; FERRAZ, R. L. S.; SILVA FILHO, A. M. **Radiação luminosa e extrato de tiririca para bioindução de rizogênese em *Moringa oleifera*.** CONGRESSO PARAIBANO DE AGROECOLOGIA, 2.; 2019, Lagoa Seca. **Anais [...]**. Lagoa Seca: Universidade Estadual da Paraíba, 2019.b

MIHALJEVIĆ, S.; MILANOVIĆ, J.; OKLESTKOVA, J.; NOVÁK, O. **The role of phytohormones in plant-viroid interactions.** In: POLTRONIERI, P.; HONG, Y. (Eds.). **Applied Plant Biotechnology for Improving Resistance to Biotic Stress.** Academic Press: Amsterdã, 2020. 321-342p.

PEREIRA, K. T. O.; SANTOS, B. R. V. dos; BENEDITO, C. P.; LOPES, E. G.; AQUINO, G. S. M. **Germinação e vigor de sementes de *Moringa oleifera* Lam. em diferentes substratos e temperaturas.** Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 92- 99, 2015.

PINTO, M. G. C. **Adubação orgânica no crescimento de plantas, produção de frutos e Sistema radicular de *Moringa oleifera* Lam.** 2018. Dissertação. (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2018.

REZENDE, F. P. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. **Aplicação de extratos de folhas e tubérculos de *Cyperus rotundus* L. e de auxinas sintéticas na estaquia caular de *Duranta repens* L.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 639-645, 2013.

SCARIOT, E.; BONOME, L. T. S.; BITTENCOURT, H. V. H.; LIMA, C. S. M. **Extrato aquoso de *Cyperus rotundus* no enraizamento de estacas lenhosas de *Prunus persica* cv. ‘Chimarrita’.** Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 16, n. 2, p. 195-200, 2017.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples).** Biometrika Trust, v. 52, p. 591-609, 1965.

SILVA, A. E.; FERRAZ, R. L. S.; SILVA, J. P.; COSTA, P. S.; VIEGAS, P. R. A.; BRITONETO, J. F.; MELO, A. S.; MEIRA, K. S.; SOARES, C. S.; MAGALHÃES, I. D.; MEDEIROS, A. S. **Microclimate changes, photomorphogenesis, and water consumption by *Moringa oleifera* cuttings under light spectrum variations and exogenous phytohormones concentrations.** Australian Journal of Crop Science (ONLINE), 2020. No prelo.

SILVA, P. F.; MATOS, R. M.; BONOU, S. M.; SOBRINHO, T. G.; BORGES, V. E.; DANTAS NETO, J. MELO JUNIOR, A. P. **Yield oh the hydroponic lettuce under levels of salinity of the nutriente solution**. African Journal of Agricultural Research, v. 14, n. 1, p. 686-693, 2019.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. de; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC; 2003. 1102p.

SOUZA, L. F.; ARAÚJO, M. S.; FERRAZ, R. L. S.; COSTA, P. S.; MEDEIROS, A. S.; MAGALHÃES, I. D. **Sementes crioulas de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) para o cultivo agroecológico**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 14, n. 1, p. 33-40, 2019.

STUEPP, C. A.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. **Estaquia de árvores adultas de *Paulownia fortunei* var. mikado a partir de brotações epicórmicas de decepa**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 667-677, 2015.

TAHA, R. S.; ALHARBY, H. F.; BAMAGOOS, A. A.; MEDANI, R. A.; RADY, M. **Elevating tolerance of drought stress in *Ocimum basilicum* using pollen grains extract; a natural biostimulant by regulation of plant performance and antioxidant defense system**. South African Journal of Botany, Pretória, v. 128, p. 42-53, 2020.

THIESEN, L. A.; SCHMIDT, D.; HOLZ, E.; ALTISSIMO, B. S.; PINHEIRO, M. V. M.; HOLZ, E. **Viabilidade do extrato aquoso de *Cyperus rotundus* como indutor de enraizamento em estacas de videira em comparação com hormônios sintéticos**. Acta Biológica Catarinense, Joinville, v. 6, n. 3, p. 14-22, 2019.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser essencial em minha vida.

Aos meus pais Ana Maria Rocha e Nelson Honorato de Souza Filho, pelo amor, amizade, compreensão, ensinamentos e incentivos para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus irmãos Felipe Rocha de Souza e Mariana Rocha de Souza, pelo companheirismo, amizade e amor que nos unem, por estarem sempre ao meu lado e contribuírem com seus ensinamentos, conhecimentos, palavras de força e ajuda.

À minha namorada Suelma Cavalcanti, que esteve ao meu lado em diversos momentos de minha vida, obrigado pela paciência, incentivo e principalmente pelo seu amor incondicional. Seu apoio foi imprescindível.

À minha cunhada Luana Layse, pela amizade e incentivos.

Ao meu primo Emanuel Cardoso Rocha, pelas palavras de encorajamento e carinho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rener Luciano de Souza Ferraz, pela orientação,

confiança e amizade depositada, por ter acreditado em meu potencial e pela oportunidade de trabalhar em seu grupo de pesquisa, e demais professores.

À Prof. Ma. Patrícia da Silva Costa, pelos ensinamentos e incentivos durante a condução do experimento, e por sua amizade.

Aos amigos, em especial José Regis, Deibson Costa, Guilherme Dias, Alexandre Eugênio e Kaline Meira, pela amizade e ajuda nas fases do experimento, e aos demais colegas.

À Universidade Estadual da Paraíba, Campus de Lagoa Seca, por fornecer a estrutura necessária para realização da pesquisa e aos funcionários pelo apoio e ajuda.

À Universidade Federal de Campina Grande, em nome do professor Ronaldo do Nascimento, por fornecer o espaço e equipamentos para condução inicial da pesquisa. Enfim, a todos que estiveram comigo durante esta jornada.